

# INTERNET STVARI

## 1. Šta je "IoT"

"Internet of Things" (IoT) ili Internet stvari je sistem međusobno povezanih računaskih uređaja, mehaničkih i digitalnih mašina, predmeta, životinja ili ljudi sa jedinstvenim identifikatorima (UID-ovima) i mogućnostima prijenosa podataka putem mreže bez posredovanja čovjeka ili interakciju između čoveka i računara.

Definicija Interneta stvari razvila se zbog konvergencije više tehnologija, analitike u stvarnom vremenu, mašinskog učenja, robnih senzora i ugrađenih sistema. Tradicionalna polja ugrađenih sistema, bežične senzorske mreže, upravljački sistemi, automatizacija (uključujući automatizaciju kuća i zgrada) i drugi doprinose omogućavanju Interneta stvari. Na tržištu potrošača IoT tehnologija je nasličnija sa proizvodom koji se odnose na koncept "pametnog doma", a koji pokrivaju opremu i uređaje (poput rasvjetnih tijela, termostata, kućnih sigurnosnih sistema i kamera i drugih kućnih uređaja) koji podržavaju jedan uobičajen ekosistem, a može se kontrolirati putem uređaja povezanih s tim ekosistemom, kao što su pametni telefoni i pametni zvučnici.

Postoje brojne ozbiljne zabrinutosti zbog opasnosti od rasta IoT-a, posebno na područjima privatnosti i sigurnosti; te prema tome na potezu su industrije i vlade da počnu rješavati ove probleme.

## 2. Istorija

O konceptu mreže pametnih uređaja razgovaralo se još 1982. godine, s modificiranom prodajnom mašinom za CocaCola na Univerzitetu Carnegie Mellon koja je postala prvi uređaj povezan s Internetom, koji je mogao prijaviti svoj popis i jesu li novo nabavljena pića hladna ili ne. Dokument Mark Weiser iz 1991. o sveprisutnom računaru, "Računar 21. stoljeća", kao i akademska mesta poput UbiComp i PerCom, proizvela su savremenu viziju IoT-a. Reza Raji je 1994. opisao koncept u IEEE Spectrumu kao "[premještanje] malih paketa podataka u veliki skup čvorova, kako bi se integriralo i automatiziralo sve, od kućanskih aparata do cijelih tvornica". Između 1993. i 1997., nekoliko kompanija predložilo je rješenja poput Microsoft's at Work ili Novell-ovog NEST-a. Polje je dobilo zamah kada je Bill Joy zamislio komunikaciju između uređaja i uređaja kao dio svog okvira "Six Webs", predstavljenog na Svjetskom ekonomskom forumu u Davosu 1999.

Izraz "Internet stvari" vjerovatno je skovao Kevin Ashton iz Procter & Gamble-a, kasnijeg MIT-ovog Auto-ID centra, 1999. godine, iako više voli frazu "Internet za stvari". U tom je trenutku radiofrekvencijsku identifikaciju (RFID) smatrao ključnim za Internet stvari koji će računarima omogućiti upravljanje svim pojedinačnim stvarima.

Definišući Internet stvari kao "jednostavno trenutak u kojem je više 'stvari ili predmeta' bilo povezano na Internet nego ljudi", Cisco Systems je procijenio da je IoT "rođen" između 2008. i 2009., s tim da omjer stvari / ljudi raste od 0,08 u 2003. godini do 1,84 u 2010. godini.

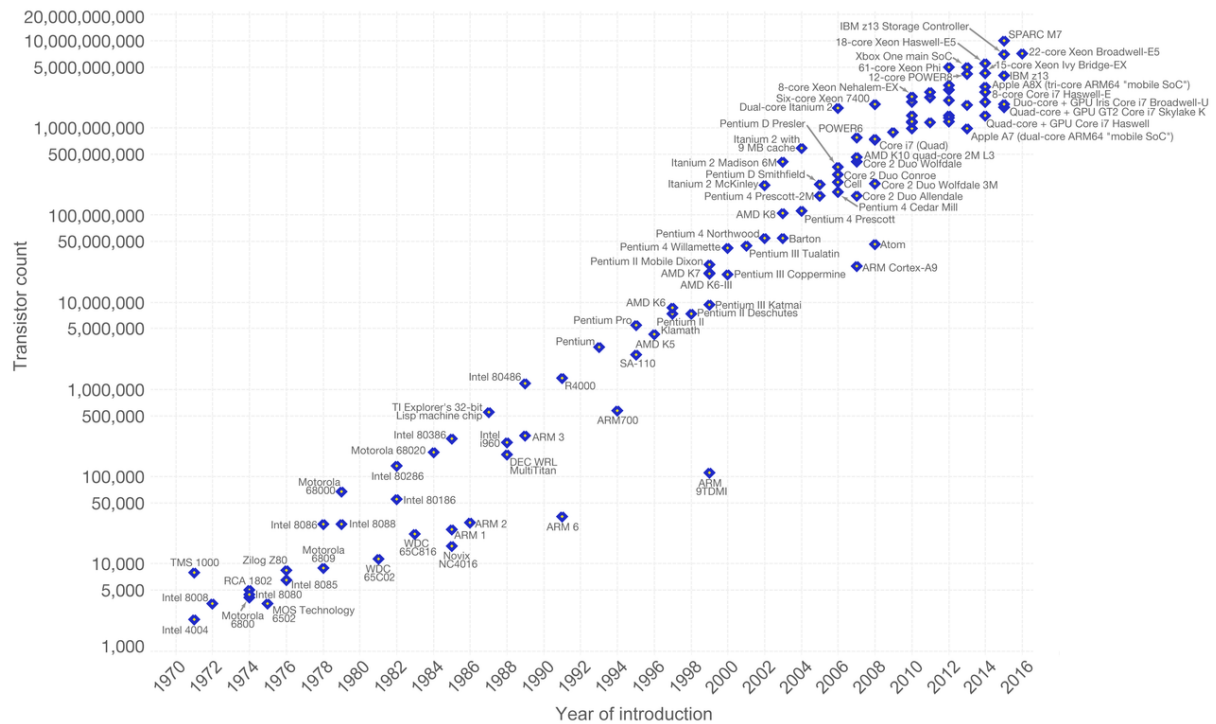
Ključna pokretačka snaga interneta stvari je MOSFET (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, ili MOS tranzistor) koji su prvobitno izumili Mohamed M. Atalla i Dawon Kahng u Bell Labs 1959. MOSFET je osnovni blok moderne elektronike, uključujući računare, pametne telefone, tablete i internetske usluge. MOSFET skaliranje minijaturizacije tempom predviđenim Dennardovim skaliranjem i Mooreovim zakonom je pokretač

tehnološkog napretka u industriji elektronike od kraja 20. stoljeća. MOSFET skaliranje prošireno je u rano 21. stoljeće s napretkom kao što su smanjenje potrošnje električne energije, izrada poluvodičkih uređaja od silicijuma na izolatoru (SOI) i višezgrena procesorska tehnologija, što dovodi do interneta stvari kojim upravlja MOSFET-ovi se smanjuju do nanoelektronskih nivoa uz smanjenje potrošnje energije.

### Moore's Law – The number of transistors on integrated circuit chips (1971-2016)



Moore's law describes the empirical regularity that the number of transistors on integrated circuits doubles approximately every two years. This advancement is important as other aspects of technological progress – such as processing speed or the price of electronic products – are strongly linked to Moore's law.



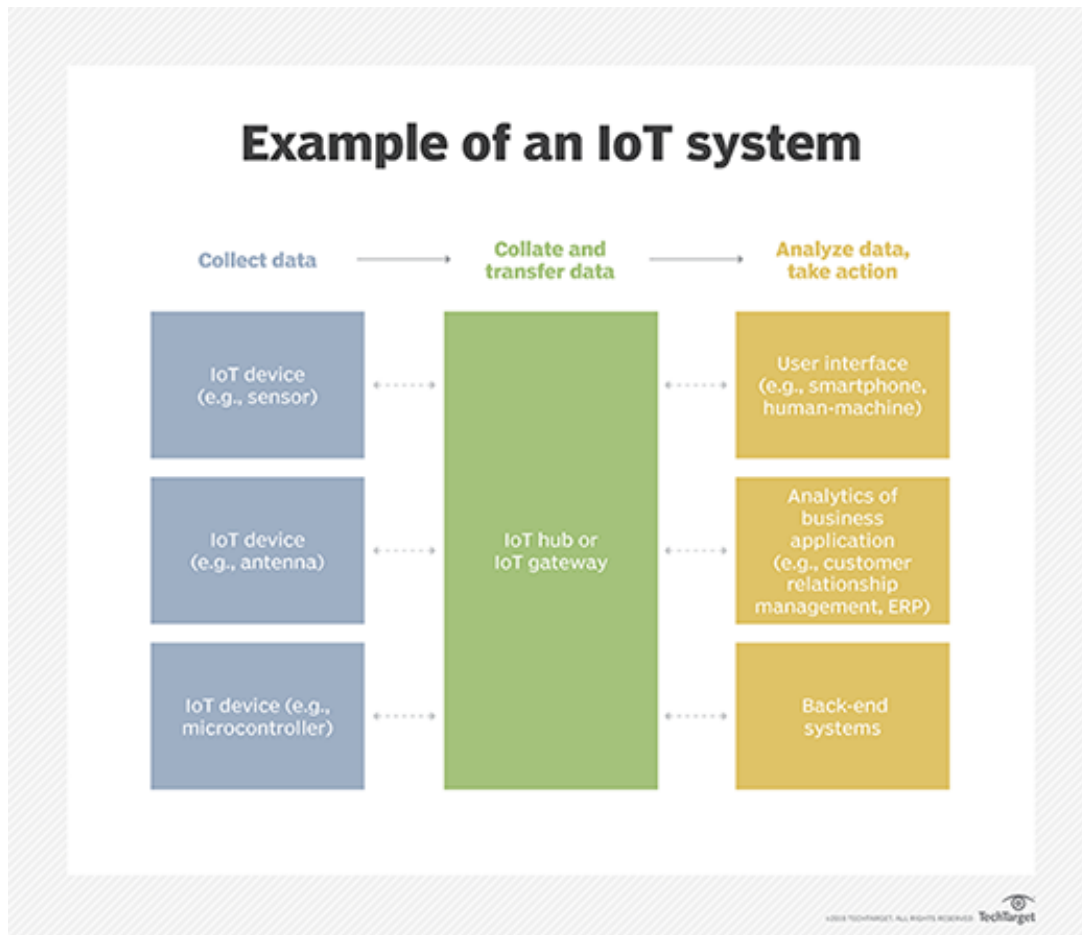
Data source: Wikipedia ([https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor\\_count](https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count))  
 The data visualization is available at OurWorldinData.org. There you find more visualizations and research on this topic. Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

Slika I-1 – Moor-ov zakon

Mooreov zakon je opažanje da se broj tranzistora u gustom integriranom krugu udvostručuje otprilike svake dvije godine. Promatranje je nazvano po Gordonu Mooreu, suosnivaču tvrtke Fairchild Semiconductor i izvršnom direktoru Intela, koji je 1965. godine opisao udvostručenje svake godine u broju komponenta po integriranom krugu. Trend počinje izumom integriranog kruga 1958. godine.

### 3. Primjena

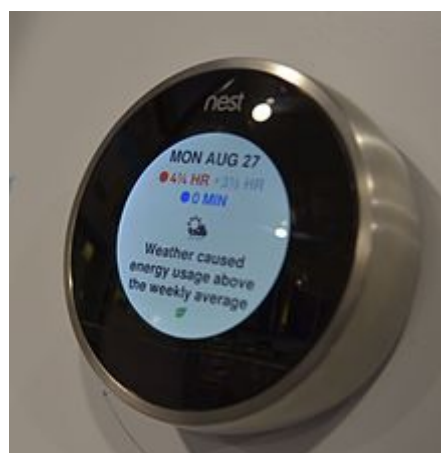
Višestruki set primjene za IoT uređaje često je podjeljen na potrošačke, trgovačke, industrijske i infrastrukturne oblasti.



Slika I-2 – Primjer strukture jednog IoT sistema

### 3.1. Potrošačke aplikacije

Sve veći deo IoT uređaja kreiran je za upotrebu potrošačima, uključujući povezana vozila, kućnu automatizaciju, nosivu tehnologiju, povezano zdravlje i uređaje sa mogućnostima daljinskog praćenja.



Slika I-3 - NEST pametni termostaat koji izvještava o potrošnji energije i lokalnom vremenu

### 3.2. Pametna kuća-stan

IoT uređaji su dio šireg koncepta kućne automatizacije koji može uključivati rasvjetu, grijanje i klimatizaciju, medije i sigurnosne sisteme. Dugoročne koristi mogu uključivati uštedu energije automatskim isključivanjem svjetla i elektronike.

Pametne ili automatizirane kuće-stanovi mogle bi se temeljiti na platformi ili čvorištima koji upravljaju pametnim stvarima i uređajima. Na primjer, koristeći Appleov HomeKit, proizvođači mogu svoje kućne proizvode i dodatke kontrolisati aplikacijom na iOS uređajima kao što su iPhone i Apple Watch. To bi mogla biti namjenska aplikacija ili matične aplikacije za iOS, poput Siri. To može biti u slučaju kompanije Lenovo Smart Home Essentials, koja je liniju pametnih kućnih uređaja kojima se upravlja putem Appleove aplikacije Home ili Siri bez potrebe za Wi-Fi ruterom. Postoje i namjenski koncentratori za pametne kuće koji se nude kao samostalne platforme za povezivanje različitih pametnih kućnih proizvoda, a među njima su Amazon Echo, Google Home, Appleov HomePod i Samsungov SmartThings Hub. Uz komercijalne sustave, postoje mnogi ekološki sustavi otvorenog koda bez vlasništva; uključujući kućnog pomoćnika, OpenHAB i Domoticz.



Slika I-4 -Zvono na vratima spojeno na Internet

### 3.3. Njega starih

Jedna od ključnih primjena pametnog doma je pružanje pomoći osobama s invaliditetom i starijim pojedincima. Ovi kućni sistemi koriste pomoćne tehnologije za prilagođavanje specifičnih nedostataka vlasnika. Glasovna kontrola može pomoći korisnicima s ograničenjima vida i pokretljivosti, dok se sistemi uzbunjivanja mogu direktno povezati s kohlearnim implantatima koje nose korisnici s oštećenjem sluha. Također mogu biti opremljeni dodatnim sigurnosnim karakteristikama. Ove karakteristike mogu uključivati senzore koji prate medicinske slučajeve poput pada ili napada. Pametna kućna tehnologija primijenjena na ovaj način može korisnicima pružiti više slobode i veći kvalitet života.



## 4. Komercijalna primjena

Izraz "Enterprise IoT" odnosi se na uređaje koji se koriste u poslovnim i korporativnim podešavanjima. Do 2019. godine procjenjuje se da će EIoT činiti 9.1 milijardi uređaja.

### 4.1. Medicinska i zdravstvena zaštita

Internet medicinskih stvari (IoMT) (koji se naziva i Internet zdravstvenih stvari) aplikacija je IoT-a u medicinske i zdravstvene svrhe, prikupljanje i analiza podataka za istraživanje i praćenje. IoMT se navodi kao "pametna zdravstvena zaštita", kao tehnologija za stvaranje digitaliziranog zdravstvenog sistema, koji povezuje raspoložive medicinske resurse i zdravstvene usluge.

IoT uređaji se mogu koristiti za omogućavanje daljinskog praćenja zdravlja i obaveštavanja o hitnim slučajevima. Ovi uređaji za praćenje zdravstvenog stanja mogu se kretati od monitora za krvni pritisak i broj otkucaja srca do naprednih uređaja koji mogu nadzirati specijalizirane implantate, poput pejsmejкера, Fitbit elektronskih ručnih traka ili naprednih slušnih pomagala. Neke bolnice su započele s primjenom „pametnih kreveta“ koji mogu otkriti kada su zauzeti i kad pacijent pokušava ustati. Takođe se može prilagoditi tako da osigura odgovarajući pritisak i podršku pacijentu bez ručne interakcije medicinskih sestara. Izvještaj Goldman Sachsa iz 2015. godine pokazalo je da IoT uređaji u zdravstvu "mogu uštedjeti Sjedinjenim Državama više od 300 milijardi USD godišnjih izdataka za zdravstvo povećanjem prihoda i smanjenjem troškova." Osim toga, korištenje mobilnih uređaja za podršku medicinskom praćenju dovelo je do stvaranje 'm-zdravlja', koji se koristi za analizu, snimanje, prenošenje i pohranjivanje zdravstvenih statistika iz više izvora, uključujući senzore i ostale sustave za biomedicinsku nabavku ".

Specijaliziranim sensorima također se mogu opremiti unutar životnih prostora za praćenje zdravlja i općeg blagostanja starijih osoba, istovremeno osiguravajući da se primjenjuje odgovarajući tretman i pomogne ljudima da povrate izgubljenu mobilnost i putem terapije. Ovi senzori stvaraju mrežu inteligentnih senzora koji su u stanju prikupiti, obraditi, prenijeti i analizirati vrijedne informacije u različitim okruženjima, poput povezivanja uređaja za nadzor u kući sa bolničkim sistemima. I drugi potrošački uređaji za poticanje zdravog života, poput povezanih vaga ili nosivih monitora srca, također su moguća pomoću IoT-a. IoT platforme za kraj i zdravlje dostupne su i za antenatalne i hronične bolesnike, pomažući jednom u upravljanju zdravstvenim vitalima i ponavljajućim potrebama za lijekovima.

Napredak u postupcima izrade elektronike, plastike i tkanine omogućio je ultra-niske troškove, IoMT senzore za upotrebu i bacanje. Ovi senzori, zajedno sa potrebnom RFID elektronikom, mogu se izrađivati na papiru ili e-tekstilu za bežične senzorske uređaje za jednokratnu upotrebu. Primjene su uspostavljene za medicinsku dijagnostiku iz točke njege, gdje je prenosivost i mala složenost sistema neophodna.

Od 2018. IoMT se nije primjenjivao samo u industriji kliničkih laboratorija, već iu industriji zdravstva i zdravstvenog osiguranja. IoMT u zdravstvenoj industriji sada dozvoljava lekarima, pacijentima i drugima, kao što su staratelji pacijenata, medicinske sestre, porodice i slično, da budu deo sistema u kojem se podaci o pacijentima čuvaju u bazi podataka, što omogućava lekarima i ostatku medicinsko osoblje kako bi imalo pristup informacijama o pacijentu. Štaviše, sistemi zasnovani na IoT-u su usredsređeni na pacijenta, što uključuje fleksibilnost u pogledu pacijentovih zdravstvenih stanja. IoMT u industriji osiguranja

omogućava pristup boljim i novim vrstama dinamičnih informacija. To uključuje rješenja utemeljena na sensorima kao što su biosenzori, nosivi uređaji, povezani zdravstveni uređaji i mobilne aplikacije za praćenje ponašanja korisnika. To može dovesti do tačnijeg osiguravanja i novih modela određivanja cijena.

Primjena IOT-a u zdravstvu igra temeljnu ulogu u upravljanju kroničnim bolestima te u prevenciji i kontroli bolesti. Daljinski nadzor omogućen je povezivanjem moćnih bežičnih rješenja. Povezivanje omogućava zdravstvenim radnicima da zabilježe podatke o pacijentima i primjenjuju složene algoritme u analizi zdravstvenih podataka.

## 4.2. Prevoz

IoT može pomoći u integraciji komunikacija, kontrole i obrade informacija kroz različite transportne sisteme. Primjena IoT-a se odnosi na sve aspekte saobraćajnih sistema (tj. Vozila, infrastrukture, vozača ili korisnika). Dinamična interakcija između ovih komponenti saobraćajnih sistema omogućava unutar- saobraćajnu komunikaciju, pametnu kontrolu prevoza, pametno parkiranje, elektronske sisteme naplate putarine, logistiku i upravljanje voznim parkom, kontrolu vozila, sigurnost i pomoć na putu. Na primjer, u području logistike i upravljanja voznim parkom, IoT platforma može kontinuirano pratiti lokaciju i uslove tereta i imovine putem bežičnih senzora i slati određene upozorenja kada se pojave iznimke u upravljanju (kašnjenja, oštećenja, krađe itd.).



Slika I-6 - Digitalni znak ograničenja brzine

To je moguće samo pomoću IoT-a i njegove bežične povezanosti između uređaja. Senzori poput GPS-a, vlažnosti i temperature šalju podatke na IoT platformu, a zatim se podaci analiziraju i zatim šalju korisnicima. Na taj način korisnici mogu pratiti stanje vozila u stvarnom vremenu i mogu donositi odgovarajuće odluke. Ako se kombinuje s Mašinskim učenjem, tada pomaže i u smanjenju saobraćajnih nezgoda uvođenjem upozorenja o pospanosti vozačima i pružanjem automobila s vlastitim vozilom.

### 4.2.1. V2X komunikacija

U sistemima komunikacije u vozilu, komunikacija od vozila do svega (V2X) sastoji se od tri glavne komponente: komunikacija od vozila do vozila (V2V), komunikacija od vozila do infrastrukture (V2I) i komunikacija od vozila do pješaka (V2P). V2X je prvi korak ka autonomnoj vožnji i povezanoj putnoj infrastrukturi.

## 4.3. Izgradnja i kućna automatizacija

IoT uređaji mogu se koristiti za nadgledanje i kontrolu mehaničkih, električnih i elektroničkih sistema koji se koriste u raznim vrstama zgrada (npr. U javnim i privatnim, industrijskim,

institucijama ili stambenim objektima) u kućnim automatizacijama i automatizaciji zgrada. U tom su kontekstu u literaturi obuhvaćene tri glavne oblasti:

- Integracija Interneta sa sistemima upravljanja energijom u zgradama kako bi se stvorile energetske učinkovite i „inteligentne zgrade“ vođene IoT-om.
- Moguća sredstva praćenja u stvarnom vremenu za smanjenje potrošnje energije i praćenje ponašanja putnika.
- Integriranje pametnih uređaja u izgrađenom okruženju i kako oni mogu znati kako se koristiti u budućim aplikacijama.

#### **4.4. Industrijske primjene**

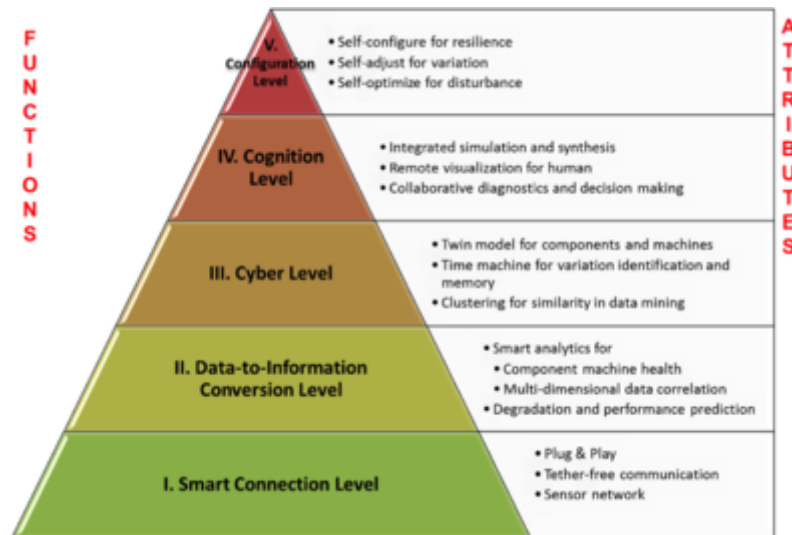
Poznati i kao IIoT, industrijski IoT uređaji prikupljaju i analiziraju podatke iz povezane opreme, (OT) operativne tehnologije, lokacije i ljudi. U kombinaciji sa uređajima za praćenje operativne tehnologije (OT), IIoT pomaže u regulaciji i nadzoru industrijskih sistema.

#### **4.5. Proizvodnja**

IoT može realizovati besprekornu integraciju različitih proizvodnih uređaja opremljenih sensorima, identifikacijom, obradom, komunikacijom, aktiviranjem i umrežavanjem. Zasnovan na tako visoko integriranom pametnom cyber-fizičkom prostoru, otvara vrata za stvaranje potpuno novih poslovnih i tržišnih mogućnosti za proizvodnju. Mrežna kontrola i upravljanje proizvodnom opremom, upravljanje imovinom i situacijama ili kontrola proizvodnog procesa dovode IoT u područje industrijskih aplikacija i pametne proizvodnje. Inteligentni sistemi IoT omogućavaju brzu proizvodnju novih proizvoda, dinamičan odgovor na potrebe proizvoda i optimizaciju proizvodnih mreža i mreža lanca u stvarnom vremenu, umrežavanjem mašina, senzora i upravljačkih sistema zajedno.

Digitalni upravljački sustavi za automatizaciju kontrola procesa, alati operatera i servisni informacijski sistemi za optimizaciju sigurnosti i sigurnosti postrojenja su u nadležnosti IoT-a. Ali također se proširuje i na upravljanje imovinom putem prediktivnog održavanja, statističke procjene i mjerenja kako bi se povećala pouzdanost. Industrijski sustavi upravljanja mogu se integrisati i s pametnim mrežama, omogućujući energetske optimizacije u stvarnom vremenu. Mjerenja, automatizirane kontrole, optimizacija postrojenja, upravljanje zdravljem i sigurnošću i druge funkcije osiguravaju veliki broj umreženih senzora.

Industrijski IoT (IIoT) u proizvodnji mogao bi proizvesti toliko poslovne vrijednosti da će na kraju dovesti do Četvrtre industrijske revolucije, koja se još naziva i Industrija 4.0. Potencijal za rast od primjene IIoT-a može stvoriti 12 trilijuna dolara globalnog BDP-a do 2030. godine.



Slika I-7 - Dizajnerska arhitektura proizvodnog sistema koji omogućava cyber-fizičke sisteme. Industrijska analitika velikih podataka igrat će vitalnu ulogu u održavanju predviđanja za proizvodnju imovine, mada to nije jedina sposobnost velikih industrijskih podataka. Cyber-fizički sustavi (CPS) su osnovna tehnologija industrijskih velikih podataka i bit će interfejs ljudskog i cyber svijeta. Cyber-fizički sistemi mogu se dizajnirati slijedeći arhitekturu 5C (veza, pretvorba, cyber, kognicija, konfiguracija) i transformisat će prikupljene podatke u djelotvorne informacije i na kraju osposobiti fizička sredstva za optimizaciju procesa.

Inteligentni sistem takvih slučajeva koji je omogućen IoT predložen je 2001. godine, a kasnije ga je 2014. pokazao Nacionalni zavod za nauku Industrija / Univerzitet za kolaborativno istraživanje za sisteme inteligentnog održavanja (IMS) na Univerzitetu u Cincinnatiju na mašinskoj traci u IMTS-u 2014 u Chicagu. Mašine za tračne pile nisu nužno skupi, ali troškovi pojaseva su ogromni jer propadaju mnogo brže. Međutim, bez osjeta i inteligentne analitike, iskustvom se može odrediti samo kada će traka pile zaista pući. Razvijeni prognostički sistem moći će prepoznati i nadzirati degradaciju pojaseva pile čak i ako se stanje mijenja, savjetujući korisnike kada je najbolje vrijeme za zamjenu pojasa. To će značajno poboljšati korisničko iskustvo i sigurnost operatera i u konačnici uštedjeti na troškovima.

## 4.6. Poljoprivreda

Postoje brojne primjene IoT-a u poljoprivredi, poput prikupljanja podataka o temperaturi, padavinama, vlazi, brzini vjetrova, zarazi štetocinima i sadržaju tla. Ovi podaci mogu se koristiti za automatizaciju tehnika uzgoja, donošenje informiranih odluka za poboljšanje kvalitete i količine, minimiziranje rizika i otpada i smanjenje napora potrebnog za upravljanje usjevima. Na primjer, poljoprivrednici mogu izdaleka nadzirati temperaturu tla i vlagu, pa čak i primjenjivati podatke dobivene IoT-om za programe precizne gnojidbe.

U avgustu 2018., Toyota Tsusho započela je partnerstvo s Microsoftom za izradu alata za uzgoj riba pomoću Microsoftovog alata Azure za IoT tehnologije povezane s upravljanjem vodom. Dijelom razvijeni od strane istraživača sa Sveučilišta Kindai, mehanizmi vodene pumpe koriste umjetnu inteligenciju za brojanje broja riba na pokretnoj traci, analiziranje broja riba i zaključivanje efikasnosti protoka vode iz podataka koje ribe daju. Specifični računarski programi koji se koriste u procesu potpadaju pod Azure Machine Learning i Azure IoT Hub platforme.



## **4.7. Infrastrukturne aplikacije**

Praćenje i kontrola operacija održive urbane i ruralne infrastrukture poput mostova, željezničkih pruga i vjetroelektrana na obali je ključna primjena IoT-a. IoT infrastruktura može se koristiti za nadgledanje bilo kakvih događaja ili promjena u strukturnim uslovima koji mogu ugroziti sigurnost i povećati rizik. IoT može koristiti građevinskoj industriji uštedom troškova, smanjenjem vremena, kvalitetnijim radnim danom, bezpapirnim tokom rada i povećanjem produktivnosti. To može pomoći u donošenju bržih odluka i uštedjeti novac pomoću analitike podataka u stvarnom vremenu. Može se koristiti i za efikasan zakazivanje aktivnosti popravka i održavanja, koordinacijom zadataka između različitih pružatelja usluga i korisnika ovih objekata. IoT uređaji se mogu koristiti za kontrolu kritične infrastrukture poput mostova kako bi se osigurao pristup brodovima. Upotreba IoT uređaja za nadzor i rad infrastrukture vjerojatno će poboljšati upravljanje incidentima i koordinaciju reakcija na vanredne situacije, te kvalitetu usluge, nadogradnju i smanjiti troškove rada u svim oblastima povezanim sa infrastrukturom. Čak i područja poput upravljanja otpadom mogu imati koristi od automatizacije i optimizacije koje bi mogao donijeti IoT.

## **4.8. Primjena metropolske skale – pametnih gradova**

Postoji nekoliko planiranih ili tekućih implementacija velikih razmjera IoT-a kako bi se omogućilo bolje upravljanje gradovima i sistemima. Na primjer, Songdo, Južna Koreja, prvi takve vrste u potpunosti opremljen i ožičen pametni grad, postepeno se gradi, s približno 70 posto poslovne četvrti završeno je od maja 2018. Veliki dio grada planira se oživjeti i automatizirati. , s malo ili nimalo ljudske intervencije.

Druga aplikacija je projekt koji je u toku u Santanderu, Španija. Za ovu primenu usvojena su dva pristupa. Ovaj grad sa 180.000 stanovnika već je vidio 18 000 preuzimanja svoje gradske aplikacije za pametne telefone. Aplikacija je povezana s 10 000 senzora koji omogućuju usluge poput pretraživanja parkiranja, nadgledanja okoliša, digitalnog dnevnog reda grada i još mnogo toga. Informacije o gradskom kontekstu koriste se u ovom razmještaju kako bi se trgovcima pridonosilo blagodatima putem mehanizma za iskrenje koji se temelji na ponašanju grada koji ima za cilj maksimizirati utjecaj svake obavijesti.

Ostali primjeri velikih razmjera, koji su u toku, uključuju kineski pametni grad Guangzhou. Poboljšanje kvalitete zraka i vode, smanjenju zagađenja bukom i povećanju efikasnosti prometa u San Joseu, Kalifornija; i pametnom upravljanju prometom u zapadnom Singapuru. Koristeći svoju RPMA (Random Phase Multiple Access) tehnologiju, Ingenu sa sjedištem u San Diegu izgradio je javnu mrežu za slanje podataka široke propusnosti koristeći isti nelicencirani spektar od 2,4 gigaherca kao Wi-Fi. Ingenuova „Mrežna mreža“ obuhvata više od trećine američkog stanovništva u 35 velikih gradova, uključujući San Diego i Dallas. Francuska kompanija Sigfox započela je gradnju ultra-uske bežične mreže podataka na području zaljeva San Francisco 2014. godine, što je prvo poslovanje koje je postiglo takvu primjenu u SAD-u. Naknadno je najavio da će do kraja 2016. uspostaviti ukupno 4000 baznih stanica koje bi pokrivale ukupno 30 gradova u SAD-u, što ga čini najvećim pružateljem pokrivenosti IoT mrežom u zemlji do sada. Cisco također sudjeluje u projektima pametnih gradova. Cisco je započeo s uvođenjem tehnologija za pametni Wi-Fi, pametnu sigurnost, pametno osvjetljenje, pametni parking, pametne prevoze, zaustavljanje pametnog autobusa, pametne kioske, daljinski stručnjak za državne službe (REGS) i pametnu edukaciju u području pet kilometara za grad Vijaywada.

Drugi primjer velikih razmjera je onaj koji je New York Waterways dovršio u New Yorku, a koji je spojio sva gradska plovila i bio u mogućnosti pratiti ih uživo 24/7. Mrežu je osmislio i dizajnirao Fluidmesh Networks, kompanija sa sjedištem u Čikagu, koja razvija bežične mreže

za kritične aplikacije. NYWW mreža trenutno pokriva rijeke Hudson, East River i Upper New York Bay. Uz uspostavljenu bežičnu mrežu, NY Waterway može preuzeti kontrolu nad svojom flotom i putnicima na način što ranije nije bilo moguće. Nove aplikacije mogu uključivati sigurnost, upravljanje energijom i voznim parkom, digitalnu signalizaciju, javni Wi-Fi, ulaznice bez papira i druge.

#### **4.9. Upravljanje energijom**

Značajan broj uređaja koji troše energiju (npr. sklopke, utičnice, žarulje, televizori itd.) već integriše internetsku povezanost, što im može omogućiti komunikaciju s uslužnim programima za uravnoteženje proizvodnje i potrošnje energije i optimizirati potrošnju energije kao cijeline. Ovi uređaji omogućavaju daljinsko upravljanje od strane korisnika ili centralno upravljanje putem interfejsa koji se temelji na oblaku i omogućavaju funkcije poput zakazivanja (npr. daljinsko uključivanje ili isključivanje sistema grijanja, upravljanje pećnicama, promjena uslova osvjetljenja itd.) Pametna mreža je IoT aplikacija na strani korisničkog programa; sistemi prikupljaju i djeluju sa energetske podacima kako bi poboljšali efikasnost proizvodnje i distribucije električne energije. Koristeći napredne uređaje za mjerenje infrastrukture (AMI) povezani s Internetom, električni alati ne samo da prikupljaju podatke od krajnjih korisnika, već i upravljaju uređajima za automatizaciju distribucije poput transformatora.



Slika I-8 – Turno generator

#### **4.10. Upravljanje okolišom**

Aplikacije za upravljanje okoliša IoT obično koriste senzore za pomoć u zaštiti okoliša nadgledanjem kvalitete zraka ili vode, atmosferskih padavina ili vlažnosti tla, a mogu uključivati čak i područja poput praćenja kretanja divljih životinja i njihovih staništa. Razvoj uređaja ograničenih resursa koji su povezani s Internetom također znači da i druge aplikacije poput sistema ranog upozoravanja od zemljotresa ili cunamija mogu biti korištene od strane hitnih službi za pružanje efikasnije pomoći. IoT uređaji u ovoj aplikaciji obično obuhvataju veliko geografsko područje i mogu biti mobilni. Tvrdi se da će standardizacija koju IoT donosi bežičnom sensoriranju revolucionirati ovo područje.

#### **4.11. Living Lab**

Drugi primjer integriranja IoT-a je Living Lab koji integriše i kombinira istraživački i inovacijski proces, uspostavljajući u okviru partnerstva javno-privatno-ljudi. Trenutno postoji 320 Living Labs koji koriste IoT da bi sarađivali i dijelili znanje između učesnika kako bi

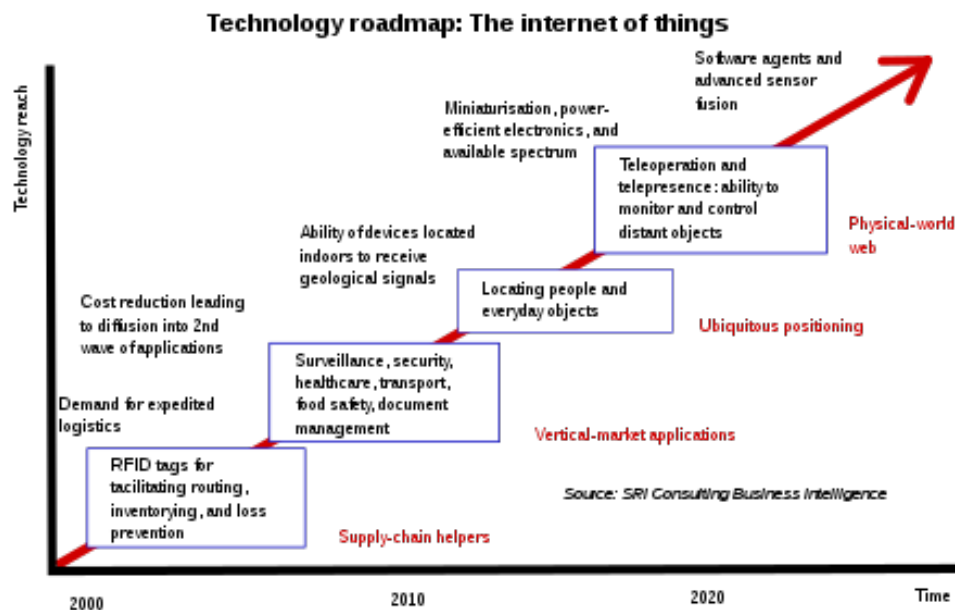
stvorili inovativne i tehnološke proizvode. Da bi kompanije implementirale i razvile IoT usluge za pametne gradove, moraju imati poticaje. Vlade igraju ključnu ulogu u projektima pametnih gradova, jer će promjene u politikama pomoći gradovima da primene IoT koji pruža djelotvornost, efikasnost i tačnost resursa koji se koriste. Na primjer, vlada pruža porezne olakšice i jeftinu najamninu, poboljšava javni prijevoz i nudi okruženje u kojem start-up kompanije, kreativne industrije i multinacionalne kompanije mogu zajednički stvarati, dijeliti zajedničku infrastrukturu i tržišta rada i iskoristiti prednosti lokalnih ugrađenih tehnologija, proizvodni proces i troškovi transakcija. Odnos između tehnoloških programera i vlada koje upravljaju gradskom imovinom ključan je za efikasan pristup korisnicima resursa.

## 5. Trendovi i karakteristike

Glavni značajni trend IoT-a posljednjih godina je eksplozivni rast uređaja koji su povezani i kontrolirani Internetom. Širok raspon aplikacija za IoT tehnologiju znači da se specifičnosti mogu jako razlikovati od jednog do drugog uređaja, ali većina ih dijeli osnovne karakteristike.

IoT stvara mogućnosti za direktniju integraciju fizičkog svijeta u računarske sisteme, što rezultira poboljšanjem efikasnosti, ekonomskim koristima i smanjenim ljudskim naporima.

Broj IoT uređaja povećao se za 31% u odnosu na godinu dana, na 8,4 milijarde u 2017. godini, a procjenjuje se da će do 2020. postojati 30 milijardi uređaja. Predviđa se da će globalna tržišna vrijednost IoT-a dostići 7,1 trilijuna dolara do 2020. godine.



Slika I-9 – Karta puta tehnologije: Internet stvari

### 5.1. Inteligencija

Ambijentalna inteligencija i autonomna kontrola nisu dio originalnog koncepta Interneta. Neophodna je i ambijentalna inteligencija i autonomna kontrola putem Interneta. Međutim, dolazi do pomaka u istraživanjima (od strane kompanija kao što je Intel) radi integriranja konceptata IoT i autonomne kontrole, s početnim rezultatima prema ovom pravcu, smatrajući objekte pokretačkom silom autonomnog IoT-a. Obecavajući pristup u ovom kontekstu je duboko učvršćivanje u kojem većina IoT sistema pruža dinamično i interaktivno okruženje. Obuka agenta (tj. IoT uređaja) da se pametno ponaša u takvom okruženju ne može se rješavati konvencionalnim algoritmima mašinskog učenja, kao što je nadzirano učenje. Pristupom

pojačavanja učenja agent može osjetiti stanje okoline (npr. osjetiti temperaturu u kući), izvesti radnje (npr. uključiti ili isključiti HVAC) i naučiti kroz maksimiziranje nagomilanih nagrada koje dugoročno prima.

IoT inteligencija može se ponuditi na tri nivoa: IoT uređaji, Edge/Fog čvorovi i Cloud računarstvo. Potreba za inteligentnom kontrolom i odlučivanjem na svim razinama ovisi o vremenskoj osjetljivosti IoT aplikacije. Na primjer, kamera autonomnog vozila mora napraviti otkrivanje prepreka u stvarnom vremenu kako bi se izbjegla nezgoda. Ovo brzo donošenje odluka ne bi bilo moguće prijenosom podataka s vozila na primjerke u oblaku i vraćanje predviđanja natrag u vozilo. Umjesto toga, sve operacije treba izvoditi lokalno u vozilu. Integrisanje naprednih algoritama mašinskog učenja, uključujući duboko učenje, u IoT uređaje je aktivno područje istraživanja kako bi pametne objekte približili stvarnosti. Štaviše, moguće je izvući najviše vrijednosti iz IoT implementacije analizom IoT podataka, vađenjem skrivenih podataka i predviđanjem kontrolnih odluka. U IoT domeni korišteni su široki rasponi tehnika mašinskog učenja, u rasponu od tradicionalnih metoda poput regresije, potporne vektorske mašine i slučajnih šuma do naprednih tehnologija poput konvolucijskih neuronskih mreža, LSTM i varijabilnog autoenkodera.

Internet stvari u budućnosti može biti neopredjeljena i otvorena mreža u kojoj će automatski organizirani ili inteligentni entiteti (web servisi, SOA komponente) i virtualni objekti (avatari) biti interoperabilni i moći samostalno djelovati (slijedeći svoje ciljeve ili zajedničke) ovisno o kontekstu, okolnostima ili okruženju. Autonomno ponašanje kroz prikupljanje i obrazloženje informacija o kontekstu kao i sposobnost objekta da otkrije promjene u okolini (greške koje utječu na senzore) i uvede odgovarajuće mjere ublažavanja predstavlja glavni istraživački trend, koji je očito potreban da bi se osigurala vjerodostojnost IoT tehnologije. Moderni IoT proizvodi i rješenja na tržištu koriste razne različite tehnologije za podršku takvoj automatizaciji koja je svjesna konteksta, ali traže se sofisticiraniji oblici inteligencije kako bi se omogućilo da se senzorske jedinice i inteligentni cyber-fizički sistemi razmještaju u stvarnim okruženjima.

## 6. Arhitektura

IoT sistemska arhitektura, u svom pojednostavljenom pogledu, sastoji se od tri nivoa:

- Nivo 1: Uređaji,
- Nivo 2: Edge Gateway – Rubni prelaz i
- Nivo 3: Oblak.

Uređaji uključuju umrežene stvari, poput senzora i pokretača koji se nalaze u IIoT opremi, posebno one koji koriste protokole kao što su Modbus, Zigbee ili privatni protokoli za povezivanje s Edge Gatewayom.

Edge Gateway se sastoji od senzorskih sustava za združivanje podataka nazvanih Edge Gateways koji pružaju funkcionalnost, poput prethodne obrade podataka, osiguranja povezanosti s oblakom, korištenjem sistema kao što su WebSockets, čvorište događaja, pa čak i u nekim slučajevima, rubna analitika ili računanje magle.

Konačni sloj uključuje oblačku aplikaciju izgrađenu za IIoT koristeći arhitekturu mikroservisa, koji su obično poliglotti i svojstveno su zaštićeni u prirodi pomoću HTTPS / OAuth. To uključuje različite sustave baza podataka koji pohranjuju podatke senzora, poput baza podataka vremenskih serija ili spremišta imovine pomoću sigurnosnih sistema za pohranu podataka (npr. Cassandra, Postgres). Oblak oblaka u većini IoT sustava temeljen na

oblaku sadrži sustav čekanja i slanje događaja koji upravlja komunikacijom koja se prenosi u svim slojevima. Neki su stručnjaci klasificirali trosloj u IIoT sistemu kao rub, platformu i preduzeće, a oni su povezani blizinskom mrežom, pristupnom mrežom i uslužnom mrežom.

Gradići na Internetu stvari, mreža stvari, arhitektura je za aplikativni sloj Interneta stvari koje gledaju konvergenciju podataka s IoT uređaja u web aplikacije radi stvaranja inovativnih slučajeva upotrebe. Kako bi se programirao i kontrolirao protok informacija na Internetu stvari, predviđeni arhitektonski smjer naziva se BPM Everywhere (mješavina tradicionalnog upravljanja procesima) s procesom miniranja i posebnim mogućnostima za automatizaciju upravljanja velikim brojem koordiniranih uređaja.

## 6.1 Mrežna arhitektura

Internet stvari zahtijeva ogromnu skalabilnost u mrežnom prostoru kako bi se nosio sa prenaponima uređaja. IETF 6LoWPAN koristi se za povezivanje uređaja s IP mrežama. S dodavanjem milijardi uređaja u Internet prostor, IPv6 će igrati glavnu ulogu u rukovanju skalabilnošću mrežnog sloja. IETF-ov protokol ograničene aplikacije, ZeroMQ i MQTT omogućio bi lagani transport podataka.

Računar s maglom (Fog computing) je održiva alternativa za sprečavanje tako velikog praska protoka podataka putem Interneta. Računska moć krajnjih uređaja za analizu i obradu podataka izuzetno je ograničena. Ograničena moć obrade ključni je atribut IoT uređaja jer im je svrha dostaviti podatke o fizičkim objektima, a pritom ostati autonoman. Teški zahtevi za obradu koriste više energije baterije šteteći IoT-ovoj sposobnosti za rad. Skalabilnost je jednostavna, jer IoT uređaji jednostavno dostavljaju podatke putem interneta na server s dovoljnom procesorskom snagom.

## 6.2. Složenost

U poluotvorenim ili zatvorenim petljama (tj. lancima vrijednosti, kad god se globalna ovo na kraju može riješiti) IoT će se često smatrati i proučavati kao složen sistem zbog ogromnog broja različitih veza, interakcija između autonomnih aktera i njegova sposobnost da integriše nove aktere. U ukupnoj fazi (puna otvorena petlja), ovo će se vjerovatno smatrati haotičnim okruženjem (budući da sistemi uvijek imaju konačnost). Kao praktičan pristup, ne djeluju svi elementi Interneta u globalnom, javnom prostoru. Podsistemi se često primjenjuju kako bi ublažili rizike privatnosti, kontrole i pouzdanosti. Na primjer, kućna robotika (domotika) koja se kreće unutar pametne kuće može dijeliti podatke unutar i biti dostupna preko lokalne mreže. Upravljanje i kontrola visoko dinamične ad hoc mreže IoT stvari / uređaja težak je zadatak s tradicionalnom mrežnom arhitekturom, softversko definirano umrežavanje (SDN) pruža agilno dinamično rješenje koje se može nositi sa posebnim zahtjevima raznolikosti inovativnih IoT aplikacija.

## 6.3. Pitanja veličine

Internet stvari bi kodirao od 50 do 100 biliona predmeta i bio bi u mogućnosti pratiti kretanje tih objekata. Ljudska bića u istraživanim urbanim sredinama okružena su s 1000 do 5000 objekata koji se mogu pratiti. U 2015. godini već je bilo 83 milijuna pametnih uređaja u domovima ljudi. Očekuje se da će taj broj do 2020. porasti na 193 milijuna uređaja.

Broj uređaja koji su sposobni za internet porastao je za 31% od 2016. na 8,4 milijarde u 2017.

## 6.4. Svemirska razmatranja

Na Internetu stvari bit će kritična precizna geografska lokacija stvari - kao i precizne geografske dimenzije stvari. Stoga su činjenice o nečemu, poput lokacije u vremenu i prostoru, manje kritične za praćenje, jer osoba koja obrađuje informacije može odlučiti je li ta informacija bila važna za poduzimanje radnje ili ne, i ako jeste, dodajte nedostajuće informacija (ili odlučite da neće poduzeti akciju). (Imajte na umu da će neke stvari na Internetu biti senzori, a lokacija senzora je obično važna. GeoWeb i Digital Earth obećavaju aplikacije koje postaju moguće kada se stvari mogu organizirati i povezati lokacijom. Međutim, preostali izazovi uključuju ograničenja varijabilnih prostornih ljestvica, potrebu za obradom ogromnih količina podataka i indeksiranje za brzo pretraživanje i susjedne operacije. Na Internetu stvari, ako su stvari u stanju poduzeti akcije na vlastitu inicijativu, eliminira se ova uloga medijacije koja je u središtu ljudi. Stoga vremensko-prostornom kontekstu koji mi kao ljudi shvatamo zdravo za gotovo moramo dobiti središnju ulogu u ovom informacijskom ekosustavu. Baš kao što standardi igraju ključnu ulogu u Internetu i na Internetu, geoprostorni standardi će igrati ključnu ulogu u Internetu stvari.

## 6.5. Rešenje za "korpa na daljina"

Mnogi IoT uređaji mogu iskoristiti dio ovog tržišta. Jean-Louis Gassée (Apple početni alumni tim i suosnivač BeOS-a) pozabavio se ovom temom u članku u Monday Note, gdje predviđa da će najvjerojatniji problem biti ono što naziva problemom "košarica na daljinu". gde ćemo imati stotine aplikacija za međusobno povezivanje sa stotinama uređaja koji ne dijele protokole za međusobni razgovor. Za poboljšanu interakciju s korisnicima, neki tehnološki lideri udružuju snage kako bi stvorili standarde za komunikaciju između uređaja kako bi se riješio taj problem. Drugi se okreću konceptu prediktivne interakcije uređaja, "gdje se prikupljeni podaci koriste za predviđanje i pokretanje radnji na određenim uređajima", dok ih natjeraju da rade zajedno.

## 7. Moguće tehnologije za IoT

Postoje mnoge tehnologije koje omogućuju IoT. Za podlogu-bazu je presudna mreža koja se koristi za komunikaciju između uređaja IoT instalacije, uloge koju može ispuniti više bežičnih ili ožičenih tehnologija.

### 7.1. Adresabilnost

Originalna ideja Auto-ID centra temelji se na RFID oznakama i različitoj identifikaciji putem elektroničkog koda proizvoda. Ovo se razvilo u objekte koji imaju IP adresu ili URI. Alternativno gledano, iz svijeta Semantičkog Weba se fokusira umjesto da sve stvari (ne samo one elektroničke, pametne ili RFID omogućene) omogućuju adresiranje postojećim protokolima za imenovanje, kao što je URI. Sami objekti se ne obraćaju, ali sada ih mogu uputiti drugi agenti, poput moćnih centraliziranih poslužitelja koji djeluju za njihove ljudske vlasnike. Integracija s Internetom podrazumijeva da će uređaji koristiti IP adresu kao poseban identifikator. Zbog ograničenog adresnog prostora IPv4 (koji omogućava 4,3 milijarde različitih adresa), objekti u IoT-u će morati koristiti sljedeću generaciju internetskog protokola (IPv6) da bi se prilagodili izuzetno potrebnom velikom adresnom prostoru. Uređaji s Internetom stvari dodatno će koristiti od auto-konfiguracije adrese bez stanja prisutne u IPv6, jer smanjuje prekoračenje konfiguracije na hostu, i kompresiju zaglavlja IETF 6LoWPAN. Budućnost Interneta stvari u velikoj mjeri neće biti moguća bez podrške IPv6; i prema tome,

globalno usvajanje IPv6 u narednim godinama će biti presudno za uspješan razvoj IoT-a u budućnosti.

## 7.2. Bežična veza kratkog dometa

Moguće opcije veza kratkog dometa su:

- Umrežavanje putem Bluetooth mreže - Specifikacija koja pruža varijantu mrežnog umrežavanja za Bluetooth nisku energiju (BLE) s povećanim brojem čvorova i standardiziranim slojem aplikacije (Modeli).
- Light-Fidelity (Li-Fi) - bežična komunikaciona tehnologija slična Wi-Fi standardu, ali koristi komunikaciju vidljivim svjetlom za povećanu propusnost.
- Komunikacija u blizini (NFC) - Komunikacijski protokoli koji omogućavaju dva elektronička uređaja da komuniciraju u rasponu od 4 cm.
- Radiofrekventna identifikacija (RFID) - tehnologija koja koristi elektromagnetska polja za čitanje podataka pohranjenih u oznakama ugrađenim u druge svrhe.
- Wi-Fi - tehnologija lokalnog umrežavanja zasnovana na IEEE 802.11 standardu, gdje uređaji mogu komunicirati putem zajedničke pristupne tačke ili direktno između pojedinih uređaja.
- ZigBee - Komunikacijski protokoli za umrežavanje osobnih područja zasnovani na IEEE 802.15.4 standardu, koji pružaju malu potrošnju energije, nisku brzinu podataka, nisku cijenu i visoku propusnost.
- Z-Wave - bežični komunikacijski protokol koji se prvenstveno koristi za kućne automatizacijske i sigurnosne aplikacije

## 7.3. Bežična mreža srednjeg dometa

- LTE-Advanced - Specifikacija brze komunikacije za mobilne mreže. Pruža poboljšanja LTE standarda sa produženom pokrivenosti, većom propusnošću i nižim kašnjenjem.

## 7.4. Bežični pristup

- Široko pojasna mreža velike snage (LPWAN) - Bežične mreže dizajnirane tako da omogućuju komunikaciju na duge domete pri niskoj brzini podataka, smanjujući snagu i troškove prijenosa. Dostupne LPWAN tehnologije i protokoli: LoRaWan, Sigfox, NB-IoT, Weightless, RPMA.
- Izuzetno mali usko pojasni (VSAT) - Satelitska komunikacijska tehnologija koja koristi male antene za uskopojasne i širokopojasne podatke.

## 7.5. Ožičeni

- Ethernet - mrežni standard opće namjene koji koristi upletene parove UTP i optičke veze u kombinaciji sa čvorištima HUB ili sklopkama SWITCH.
- Strujno mrežna komunikacija (PLC) - komunikacijska tehnologija koja koristi električno ožičenje za prijenos snage i podataka. Specifikacije poput HomePlug ili G.hn koriste PLC za umrežavanje IoT uređaja.

## 8. Prednosti IoT-a

Internet stvari pruža brojne pogodnosti za organizacije, omogućavajući im da:

- Prate njihove sveukupne poslovne procese;
- Poboljšaju iskustvo kupca;
- Uštedite vrijeme i novac;
- Povećaju produktivnost zaposlenih;
- Integrišu i prilagode poslovne modele;
- Donose bolje poslovne odluke; i
- Generišu više prihoda.

IoT ohrabruje kompanije da preispitaju načine na koji pristupaju svom poslu, industriji i tržištima i pruža im alate za poboljšanje svojih poslovnih strategija.

## 9. Za i protiv IoT-a

Neke od prednosti IoT-a uključuju:

- Mogućnost pristupa informacijama s bilo kojeg mjesta u bilo koje vrijeme na bilo kojem uređaju;
- Poboljšana komunikacija između povezanih elektroničkih uređaja;
- Prijenos paketa podataka preko povezane mreže štedi vrijeme i novac;
- Automatiziranje zadataka pomaže poboljšati kvalitetu poslovnih usluga i smanjuje potrebu za ljudskom intervencijom.

Neki nedostaci IoT-a uključuju:

- Kako se broj povezanih uređaja povećava i više informacija dijeli između uređaja, povećava se i mogućnost da haker može ukrasti povjerljive informacije;
- Poduzeća će se možda morati suočiti sa ogromnim brojem - možda čak i milionima - IoT uređaja i prikupljanje i upravljanje podacima sa svih tih uređaja bit će izazov.
- Ako postoji greška u sistemu, vjerovatno je da će se svaki povezani uređaj pokvariti;
- S obzirom da ne postoji međunarodni standard kompatibilnosti za IoT, uređaji različitih proizvođača mogu međusobno komunicirati.

## 10. IoT standardi i okviri

Postoji nekoliko IoT standarda koji se pojavljuju, uključujući:

- 6LoWPAN (IPv6 preko bežičnih mreža sa niskim naponom), otvoreni standard definiran od strane Internet Engineering Task Force (IETF). Standard 6LoWPAN omogućava bilo kojem radiju male snage da komunicira s Internetom, uključujući 804.15.4, Bluetooth niske energije i Z-Wave (za kućnu automatizaciju).



- ZigBee0, bežična mreža male brzine i niske brzine prijenosa koja se koristi uglavnom u industrijskim okruženjima. ZigBee se temelji na IEEE 802.15.4 standardu. ZigBee Alliance stvorio je Dotdot, univerzalni jezik za IoT koji pametnim objektima omogućava siguran rad na bilo kojoj mreži i razumiju se.
- LiteOS, Unix sličan operativni sistem za bežične senzorske mreže. LiteOS podržava pametne telefone, nosive uređaje, inteligentne proizvodne aplikacije, pametne domove i Internet vozila (IoV). Operativni sistem služi i kao platforma za razvoj pametnih uređaja.
- OneM2M, servisni sloj od mašine do stroja, koji se može uklopiti u softver i hardver za povezivanje uređaja. Organizacija za globalnu standardizaciju, OneM2M, stvorena je kako bi razvila standarde za višekratnu upotrebu koji bi omogućili IoT aplikacijama kroz različite vertikalne komunikacije.
- DDS (Service Distribution Service) razvijen je od strane Grupe za upravljanje objektima (OMG) i on je IoT standard za komunikaciju u strojevima sa stvarnim vremenom, skalabilnom i visokom performansom.
- AMQP (Advanced Message Queuing Protocol), open source objavljeni standard za asinhrono slanje poruka žicom. AMQP omogućava šifrirane i interoperabilne poruke između organizacija i aplikacija. Protokol se koristi u razmjeni poruka klijent / server i u upravljanju IoT uređajima.
- CoAP (Constrained Application Protocol), protokol dizajniran od strane IETF-a, koji određuje kako računarski ograničeni uređaji mogu raditi na Internetu.
- LoRaWAN (mreža širokog dometa širokog dometa), protokol za mreže širokih područja, osmišljen je da podržava ogromne mreže, poput pametnih gradova, sa milionima uređaja male energije.

IoT okviri uključuju:

- AWS IoT, oblačna platforma za IoT koju je objavio Amazon. Ovaj je okvir dizajniran tako da pametnim uređajima omogućava jednostavno povezivanje i sigurnu interakciju s AWS oblakom i drugim povezanim uređajima.
- ARM Mbed IoT, platforma za razvoj aplikacija za IoT zasnovana na ARM mikrokontrolerima. Cilj platforme ARM Mbed IoT je pružiti skalabilno, povezano i sigurno okruženje za IoT uređaje integrirajući Mbed alate i usluge.
- Microsoftov Azure IoT Suite, platforma koja se sastoji od skupa usluga koje korisnicima omogućavaju interakciju i primanje podataka s svojih IoT uređaja kao i obavljanje različitih operacija nad podacima, poput multidimenzionalne analize, transformacije i združivanja, te vizualiziranje tih operacija u način prikladan za posao.
- Googleova Brillo / Weave, platforma za brzu implementaciju IoT aplikacija. Platforma se sastoji od dvije glavne okosnice: Brillo, Android operativni sistem za razvoj ugrađenih uređaja male snage; i Weave, IoT orijentirani komunikacijski protokol koji služi kao jezik komunikacije između uređaja i oblaka.
- Calvin, otvorena koda IoT platforma koju je izdao Ericsson i dizajnirana je za izgradnju i upravljanje distribuiranim aplikacijama koje uređajima omogućavaju međusobni razgovor. Calvin uključuje razvojni okvir za programere aplikacija kao i okruženje za vrijeme rada za pokretanje aplikacije.

## 11. Pitanja sigurnosti i privatnosti IoT-a

Internet stvari povezuje milijarde uređaja na internet i uključuje upotrebu milijardi tačaka podataka, a sve to treba osigurati. Zbog svoje proširene površine napada, IoT sigurnost i IoT privatnost navodi se kao glavni problemi.

U 2016. godini, jedan od najozloglašnijih najnovijih IoT napada bio je Mirai, botnet koji se infiltrirao u davatelja poslužitelja domena Dyn i skinuo mnoštvo web stranica tokom dužeg razdoblja u jednom od najvećih distribuiranih napada uskraćivanja usluge (DDoS) ikad viđeno. Napadači su dobili pristup mreži koristeći slabo osigurane IoT uređaje.

Budući da su IoT uređaji usko povezani, sve što haker mora iskoristiti je jedna ranjivost da bi se manipulirali svim podacima, što ga čini neupotrebljivim. Proizvođači koji ne ažuriraju svoje uređaje redovno - ili uopšte - ostavljaju ih ranjivim na cyber kriminalcima.

Uz to, povezani uređaji često traže od korisnika da unose njihove lične podatke, uključujući imena, uzraste, adrese, telefonske brojeve, pa čak i račune na društvenim mrežama - informacije koje su hakeri neprocjenjivi.

Međutim, hakeri nisu jedina prijetnja Internetu stvari; privatnost je još jedna glavna briga za IoT korisnike. Na primjer, kompanije koje proizvode i distribuiraju potrošačke IoT uređaje mogle bi ih koristiti za pribavljanje i prodaju ličnih podataka korisnika.

Pored curenja ličnih podataka, IoT predstavlja rizik za kritičnu infrastrukturu, uključujući električnu energiju, transport i finansijske usluge.

## 12. Budućnost IoT-a

Procjene IoT tržišta ne nedostaju. Na primjer, nekoliko njih uključuje:

- Bain & Company očekuje da godišnji IoT prihod od hardvera i softvera premaši 450 milijardi USD do 2020. godine.
- McKinsey & Company procjenjuje da će IoT do 2025. godine imati utjecaj od 11,1 biliona dolara.
- IHS Markit vjeruje da će se broj povezanih IoT uređaja povećavati 12% godišnje i dostići 125 milijardi u 2030. godini.
- Gartner procjenjuje da će 20,8 milijardi povezanih stvari biti u upotrebi do 2020. godine, pri čemu će ukupna potrošnja na IoT uređaje i usluge dostići 3,7 bilijuna dolara u 2018. godini.